

6/5/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2006 The Thomson Corporation. All rts. reserv.

0006766307 - Drawing available
WPI ACC NO: 1994-150680/199418
XRPX Acc No: N1994-118313

High efficiency coder and method with overlapping motion compensation and perfect reconstruction filter banks - has device for retrieving previous image signal from storage shifted according to motion vector

Patent Assignee: BELL COMMUNICATIONS RES (BELL-N); NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP (NITE)

Inventor: JOSAWA H; JOZAWA H; SHARAD S; SINGHAL S; WATANABE H; WATANABE Y

Patent Family (2 patents, 2 countries)

Patent	Application
Number	Kind Date Number Kind Date Update
US 5311310	A 19940510 US 1992984041 A 19921201 199418 B
JP 6217290	A 19940805 JP 1991323240 A 19911206 199436 E

Priority Applications (no., kind, date): JP 1991323240 A 19911206

Patent Details

Number	Kind	Lan	Pg	Dwg	Filing Notes
US 5311310	A	EN	25	7	
JP 6217290	A	JA	8	3	

Alerting Abstract US A

The overlapped motion compensation unit and method, which is a motion compensation mechanism employing an overlapped block structure, minimize blocking effects prevalent in conventional motion compensation. The overlapped motion compensation unit and method are implemented on the basis of analysis/synthesis filter banks employed for coding resulting in compatibility between the block structure used for motion compensation and for coding.

The encoder, decoder, and coding method employ the novel overlapped motion compensation technique in combination with analysis/synthesis filter banks such as LOT to achieve improvements in coding efficiency and image quality above that of conventional image coders and coding methods. Specifically, in our encoder, decoder, and coding method, blocking effects prevalent in coders employing conventional motion compensation techniques and discrete cosine transforms are minimized and coding efficiency and image quality are maximized.

USE/ADVANTAGE - Image coding, e.g. encoder-decoder with motion compensation technique. High coding efficiency.

Title Terms/Index Terms/Additional Words: HIGH; EFFICIENCY; CODE; METHOD; OVERLAP; MOTION; COMPENSATE; PERFECT; RECONSTRUCT; FILTER; BANK; DEVICE; RETRIEVAL; IMAGE; SIGNAL; STORAGE; SHIFT; ACCORD; VECTOR

Class Codes

International Classification (Main): H04N-007/133, H04N-007/137
(Additional/Secondary): G06F-015/66
US Classification, Issued: 348416000, 348699000, 348607000

File Segment: EPI;
DWPI Class: W02; W04
Manual Codes (EPI/S-X): W02-F07B; W02-F07C; W04-P01A3; W04-P01A5

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-217291

(43)Date of publication of application : 05.08.1994

(51)Int.Cl.

H04N 7/137

G06F 15/66

H04N 7/133

(21)Application number : 04-001451

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 08.01.1992

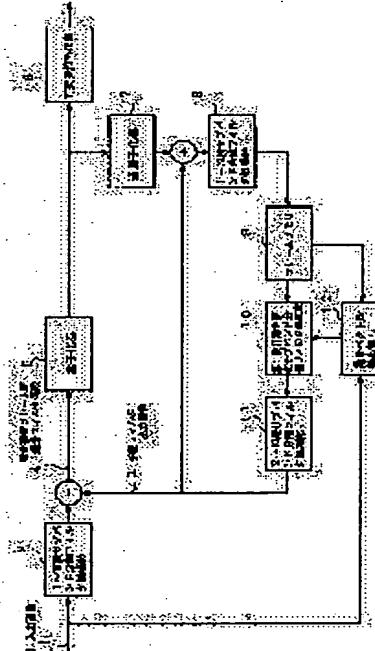
(72)Inventor : JIYOSAWA HIROTAKA
WATANABE YUTAKA

(54) SYSTEM FOR SUB-BAND ENCODING BETWEEN MOTION COMPENSATION FRAMES

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable the sub-band encoding between motion compensation frames with high pixel precision by performing inter-frame prediction and in-frame encoding for data in a frequency domain.

CONSTITUTION: An input image 1 is compared with the image of a preceding frame stored in a frame memory 9 and a 1st-stage sub-band division filter processing part 10 filters the image of the preceding frame stored in the frame memory 9 in the unit of macroblock corresponding to a shift quantity by using a motion vector obtained by calculation. Then a 2nd-(N)th-stage sub-band division filter processing part 11 performs normal sub-band division. The filter output of a final stage, i.e., a prediction filter output coefficient 3 is compared with the filter output coefficient obtained as a result of dividing in sub bands from the input image 1 by the sub-band division of a 1st-(N)th-stage sub-band division filter processing part 2 and when the power of a difference filter coefficient 4 between motion compensation frames is smaller than the power of input data, the coefficient 3 is handled as an object of encoding in inter-frame difference mode.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2901105

[Date of registration]

19.03.1999

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

〔特許請求の範囲〕

【請求項1】 入力されたディジタル画像信号系列の時間的冗長度を動き補償フレーム間予測を用いて抑圧し、空間的冗長度をウェーブレット変換などの多段フィルタバンクにより抑圧する動画像の高能率符号化方式において、入力画像を $K \times K$ 画素のブロックに分割し、フレームメモリに蓄えられた当該符号化画像と入力画像間で、フレーム間予測の対象である2画面間の動き量をブロック毎に検出し、あるいは予め原画像間でブロック毎の動き量を検出しておき、フレームメモリ中の当該符号化画像に対してブロック毎に動き量に相当する位置だけをさせた位置を開始点として第1段目の帯域分割フィルタリングを行うことにより動き補償された位置を基にしたフィルタ出力係数を求め、第2段目以降の帯域分割は前記得られた第1段目のフィルタ出力に対して動き量やブロックに関係なく帯域分割を行い、最終的に得られたフィルタ出力係数を周波数領域でのフレーム間予測フィルタ係数とし、一方、入力画像はブロックや動き量に関係なく通常の多段の帯域分割を行いフィルタ出力係数を得て、この係数からフレーム間予測フィルタ係数を減算することによりフレーム間差分係数を求め、得られたフレーム間差分係数を量子化、符号化伝送することを特徴とする動き補償フレーム間サブバンド符号化方式。

〔発明の詳細な説明〕

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、動き補償フレーム間予測とサブバンド分割を用いた動画像の高能率符号化方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 動き補償フレーム間予測は、動画像符号化において、高い符号化効率を保証することが知られている。離散コサイン変換 (Discrete Cosine Transform, 以下DCTという)などの直交変換と組み合わせたハイブリッド符号化は、代表的な例であり、CCITT H.261、CCIR Rec.723などの国際標準符号化方式として採用されている。DCTは空間冗長度の圧縮に優れた特性を示すが、低ビットレート時にブロック歪みを与えるという問題点がある。

【0003】 近年、ブロック歪みを与えない空間冗長度除去方式として、ウェーブレットやQMF (Quadrature Mirror Filter)に代表されるような多段フィルタバンクによるサブバンド符号化が検討されている。

【0004】 動き補償フレーム間予測と多段フィルタバンクを組み合わせたハイブリッド符号化の構成方法には、「差分後帯域分割を行うタイプ」と「帯域分割後差分を求めるタイプ」の2つの形式が考えられる。

【0005】 前者は従来の動き補償を用いたハイブリッド符号化方式において、DCTを多段フィルタバンクに置き換えた構成である。動きベクトルの検出は、入力画像と既に符号化された前フレーム画像を用いて実行され

る。入力画像に対して動き補償フレーム間予測が行われ、差分画像がサブバンド分割される。このタイプでは通常、ブロックマッチング法を用いてブロック単位で動きベクトル検出・予測が行われる。そのため、隣接したブロック間で動きベクトルが変化する場合、その予測信号及び予測誤差信号には、ブロック境界部においてレベルの急峻な変換が見られることが多い。この変化はDCTなどのブロック内で閉じた変換では問題とはならないが、ブロックに閉じないフィルタを用いるサブバンド符号化では、符号化効率の低下につながっていた。

【0006】 この点を考慮して従来から、後者のタイプが用いられている (H.Gharavi: "Subband Coding Algorithm for Video Applications: Videophone to HDTV Conference", IEEE Trans., CAS for Video Technology, Vol.1, No.2, pp.174-182, June 1991)。

【0007】 この後者のタイプは、入力信号を帯域分割し、各サブバンド毎に動き補償フレーム間予測を行うハイブリッド構成をとっている。入力画像は、直接サブバンド分割され、周波数領域データに変換される。動きベクトル検出は、既に符号化された周波数領域データと入力画像のサブバンド出力を比較することにより実行される。動きベクトル検出は、各サブバンド毎に独立に処理されるか、あるいは最も低域の画像に対してのみ動き検出を行い、ここで得られた動きベクトルを他の帯域にも適用する手法がとられる。この処理では、動きベクトル検出及び動き補償は、フィルタ出力後にサブサンプリングされたデータに対して実行される。従って、動きベクトル検出精度及びフレーム間予測精度は、原画像領域での処理に比べて低下する。例えば、3ステージの2次元フル分割フィルタバンクを用いる場合、分割後の画像での1画素精度の動き検出は、元の画像領域では8画素精度に相当する。従って、等価的に粗い動き補償精度しか得られず、フレーム間予測効率の低下を招いていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 前記従来の動き補償フレーム間予測サブバンド符号化では、以下の問題点があつた。

【0009】 1. 動き補償フレーム間差分後にサブバンド分割を行うハイブリッド構成の場合、従来型の動き補償はブロック毎に処理される。そのため、隣接したブロック間で動きベクトルが変化するとき、その予測信号及び予測誤差信号には、ブロック境界部においてレベルの急峻な変化が見られることが多い。通常、サブバンドフィルタの次数とサブサンプリング比は、動き補償ブロックサイズに一致しない。従って、サブバンドフィルタリングは、動き補償で生じた不連続信号を周波数領域データに変換することになり、高周波成分の増加を招き、結果的に符号化効率を低下させる。

【0010】 2. サブバンド分割後に動き補償フレーム間差分をとるハイブリッド構成の場合、入力信号を帯域

分割し、各サブバンド毎に動き補償フレーム間予測を行うハイブリッド構成をとっている。周波数領域データに関する予測ループが形成されるから動き補償の不連続を変換するという問題はない。しかし、動きベクトル検出及び動き補償は、フィルタ出力後にサブサンプルされたデータに対して処理されるから、動きベクトル検出精度及びフレーム間予測精度は、原画像領域での処理に比べて低下する。 n 多段構成の2分割サブバンドフィルタリングの場合、最終段では動き補償精度が $1/2^n$ に劣化する。

【0011】本発明は、前記問題点を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、動き補償フレーム間予測と多段サブバンド分割フィルタが組み合わされたハイブリッド符号化方式において、動き補償ブロック境界での不連続によるサブバンド符号化効率の劣化を除去し、かつ、サブサンプルを行わない画像サイズに対して検出される動きベクトルの精度を維持する動き補償サブバンドフィルタ出力を得ることが可能な技術を提供することにある。

【0012】本発明の前記ならびにその他の目的及び新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は、入力されたデジタル画像信号系列の時間的冗長度を動き補償フレーム間予測を用いて抑圧し、空間的冗長度をウェーブレット変換などの多段フィルタバンクにより抑圧する動画像の高能率符号化方式において、入力画像を $K \times K$ 画素のブロックに分割し、フレームメモリに蓄えられた当該符号化画像と入力画像間で、フレーム間予測の対象である2画面間の動き量をブロック毎に検出し、あるいは予め原画像間でブロック毎の動き量を検出しておき、フレームメモリ中の当該符号化画像に対してブロック毎に動き量に相当する位置だけずらせた位置を開始点として第1段目の帯域分割フィルタリングを行うことにより動き補償された位置を基にしたフィルタ出力係数を求め、第2段目以降の帯域分割は、前記得られた第1段目のフィルタ出力に対して動き量やブロックに関係なく帯域分割を行い、最終的に得られたフィルタ出力係数を周波数領域でのフレーム間予測フィルタ係数とし、一方、入力画像はブロックや動き量に関係なく通常の多段の帯域分割を行いフィルタ出力係数を得て、この係数からフレーム間予測フィルタ係数を減算することによりフレーム間差分係数を求め、得られたフレーム間差分係数を量子化、符号化伝送することを最も主要な特徴とする。

【0014】

【作用】前述の手段によれば、多段サブバンド分割のうち、第1段の帯域分割時に動き補償予測を行いながらサブバンド分割に必要なフィルタ処理を実行し、第2段目

以降では通常のフィルタリングによる分割を繰り返すことにより、周波数領域のデータにおいてフレーム間予測あるいはフレーム内符号化を行うので、画素精度の高い動き補償フレーム間サブバンド符号化方式が実現できる。また、局所的なフレーム内符号化が可能となり、動き補償におけるブロック化に伴う予測画像のブロック段差が解消される。そのため符号化効率が改善されるとともに、視覚的に障害の大きいブロック上の符号化雑音が解消される。

【0015】すなわち、ウェーブレットや多段構成のQMFフィルタの場合、マクロブロック単位に動き補償とフィルタリングを行うためには、マクロブロック毎に動きベクトル量だけシフトした位置をフィルタ操作開始点の基準にすれば良い。つまり、通常の場合に比べてさらに動きベクトル分だけオフセットが加わることになる。

【0016】この手法により得られる動き補償出力は、周波数領域のデータであり、時間領域に戻すとあるマクロブロックのフィルタ出力から生成される画像は隣接するマクロブロックデータから生成される画像と重畠される。

【0017】例えば、低域周波数成分に関して2分割を繰り返すウェーブレットではフィルタ次数と動きベクトル分のシフトをフィルタ操作開始点に施し、2画素毎に出力データを集積すればよい。ここで、従来のサブバンド分割後の動き補償と大きく異なる点は、原画像から見て定義されるマクロブロックサイズ毎に動きベクトルが用いられることにある。従って、従来法と異なり、原画像の動き検出精度の反映された動き補償フィルタリング出力が得られる。また、第1段目の出力データは既に動き補償されているため第2段目以後の分割には動きベクトルを考慮する必要はなく、単純に再分割を繰り返せばよい。

【0018】

【実施例】まず、本発明の原理を説明する。帯域分割処理を繰り返す木構造に基づくフィルタバンクの代表的な例は、図1に示す2分割を低域周波数側で繰り返す構造を持つオクターブ分割フィルタである。図1において、 H_1, H_2, H_3 はローパスフィルタ、 G_1, G_2, G_3 はハイパスフィルタ、 $\downarrow 2$ は $2:1$ でまびくことを示す。

【0019】帯域分割フィルタとしてQMFが代表的であるが、分析合成フィルタの直交性、再構成の完全性、有限次数での実現性の点でCQF(Conjugate Quadrature Filter), SS SKF(Symmetric Short Kernel Filter)などいくつかのバリエーションがある。また、ウェーブレットフィルタもこのクラスに含まれる。多段のデシメーション(decimation)とインターポレーション(interpolation)による木構造のフィルタバンクを用いれば、一様な帯域分割だけでなく非一様な分割も可能である。演算量の点からも一様フィルタバンクの高速変換処理と同等のレベルのフィルタバンクを構成

50 の高速変換処理と同等のレベルのフィルタバンクを構成

し得る。

【0020】従来の動き補償は、原画像上でK×K画素のマクロプロック単位に処理される。これと同等の処理精度を多段フィルタで構成される多段サブバンド符号化の第1段に取り入れた結果得られる作用について説明する。

【0021】入力信号をx(i) (i=0, 1, ..., T), N次サブバンドフィルタの係数をh(i) (i=0, 1, ..., N-1) とする。j番目のマクロプロック

$$y(n) = \sum_{\alpha=0}^{N-1} x(n+v(j)-\alpha) h(\alpha)$$

【0024】式(1)をZ変換すれば

【0025】

$$Y(z) = X(z)H(z)z^{v(j)}$$

【0026】が得られる。H(z)がハーフバンドフィルタのとき2:1にデシメーション(decimation)された信号D(z²)は、

$$D(z^2) = \frac{1}{2} (X(z)H(z)z^{v(j)} + X(-z)H(-z)(-z)^{v(j)}) \quad \dots (3)$$

【0028】となる。

【0029】一方、従来の手法では、デシメーション(decimation)が先に行われ、周波数領域で動き補償が行われる。デシメーション(decimation)後に動き補償

$$F(z^2) = \frac{1}{2} (X(z)H(z) + X(-z)H(-z))(z^2)^{v(j)} \quad \dots (4)$$

【0031】となる。式(3)と(4)が一致する条件は、

【0032】

【数5】 $v(j) = 2w(j)$ (5)
である。 $w(j)$ が1画素精度の動きベクトルであるとき、 $v(j)$ は2画素精度となる。従って、従来手法では、第1段のデシメーション(decimation)後の動き補償精度は元の信号領域の1/2しかなく効率が低いことがわかる。逆に、本発明の方式(式(1))を用いれば、従来法より精度の高い動き補償を実現できることがわかる。

【0033】帯域分割フィルタの初段フィルタ出力は、動き補償されたデータであるから、第2段目以降では通常の2分割フィルタリングを低域周波数成分に対して繰り返せば良い。動き補償フィルタバンクの構成を図2に示す。図2において、 H_1, H_2, H_3 はローパスフィルタ、 G_1, G_2, G_3 はハイパスフィルタ、↓2は2:1でまびくことを示す。

【0034】ここでは、簡単のために1次元信号の場合について述べた。実際の画像信号は2次元信号であり、可分型フィルタを用いて帯域分割を行う場合、水平分離

に属する動きベクトルをv(j), 入出力信号の時刻をn ($n \in M(j)$) とする。ただし、M(j)はマクロプロックjに属する時刻インデックス群を表す。

【0022】入力信号x(n)を動きベクトルに相当するサンプル数v(j)だけシフトし、フィルタh(n)と畳み込むことにより、動き補償された出力信号y(n)が得られる。これは次式(1)で表される。

【0023】

【数1】

..... (1)

【数2】

..... (2)

【0027】

【数3】

されたデータF(z²)は、動きベクトルをw(j)とすれば、

【0030】

【数4】

と垂直分離の両フィルタの初段において動き補償を行う必要がある。通常、動き(シフト量)は水平、垂直成分からなるベクトルv(j)=(v_u(j), v_v(j))で表される。しかし、それぞれの初段フィルタでは、シフト量はv_u(j)及びv_v(j)ではなく、共にv_u(j)+L v_v(j) (L:水平画素数)である点に注意を要する。

【0035】以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明する。

【0036】図3は、本発明の動き補償フレーム間サブバンド符号化方式の一実施例における動き補償フレーム間サブバンド符号化器の構成を示すブロック図である。

【0037】図3において、1は入力画像、2は1~N段サブバンド分割フィルタ処理部、3は予測フィルタ出力係数、4は動き補償フレーム間差分フィルタ係数、5は量子化器、6は可変長符号化器、7は逆量子化器、8は1~N段サブバンド合成フィルタ処理部、9はフレームメモリ、10は第1段自動き補償サブバンド分割フィルタ処理部、11は2~N段サブバンド分割フィルタ処理部、12は動きベクトル検出部である。

【0038】次に、本実施例の動き補償フレーム間サブバンド符号化器の動作を図3を用いて説明する。入力画

像1は、フレームメモリ9に蓄えられた前フレームの画像と比較され、動きベクトル検出部12において動きベクトルが計算される。この動きベクトルを用いて、第1段目サブバンド分割フィルタ処理部10では、フレームメモリ9に蓄えられた前フレームの画像がシフト量に応じてマクロブロック単位にフィルタリングされる。引き続き、2～N段目サブバンド分割フィルタ処理部11では通常のサブバンド分割が実行される。最終段のフィルタ出力、すなわち予測フィルタ出力係数3は、入力画像1を1～N段サブバンド分割フィルタ処理部2において、サブバンド分割した結果得られるフィルタ出力係数と比較され、動き補償フレーム間差分フィルタ係数4のパワーが入力データ（フィルタ出力）のパワーより小さい時、フレーム間差分モードの符号化対象として扱われる。

【0039】逆であれば入力データが符号化対象として次の処理に引き継がれる。この切り替えは、マクロブロック単位に行うことができる。フレーム間差分あるいはフレーム内のフィルタ出力は、量子化器5において量子化される。量子化番号は可変長符号化器6において、エントロピー符号化され受信側へ伝送される。また、通常のフレーム間符号化と同様に、次のフレームのフィルタ出力と比較するため、符号化ループ内には、データを蓄積しておく必要がある。そのため、量子化されたデータは、逆量子化器7において量子化値に戻される。この量子化値は、フレームメモリ9に蓄えられている前フレームの画像を、第1段目動き補償サブバンド分割フィルタ処理（10）し、さらに2～N段サブバンド分割フィルタ処理（11）して得られた予測フィルタ出力係数3に加算される。加算された係数は、1～N段サブバンド合算フィルタ処理部8において、符号化画像に変換されフ

レームメモリ9に蓄えられる。

【0040】以上、本発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更し得ることはいうまでもない。

【0041】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、動き補償フレーム間予測とウェーブレット変換などの多段サブバンド符号化において、画素精度の高い動き

10 補償フレーム間サブバンド符号化方式が実現でき、局所的なフレーム内符号化が可能となり、動き補償におけるブロック化に伴う予測画像のブロック段差が解消される。そのため符号化効率が改善されるとともに、視覚的に障害の大きいブロック上の符号化雑音が解消される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の原理を説明するための3段オクターブバンクの構成を示すブロック図。

【図2】 本発明の原理を説明するための動き補償フィルタバンクの構成を示すブロック図。

20 【図3】 本発明の動き補償フレーム間サブバンド符号化方式の一実施例における動き補償フレーム間サブバンド符号化器の構成を示すブロック図である。

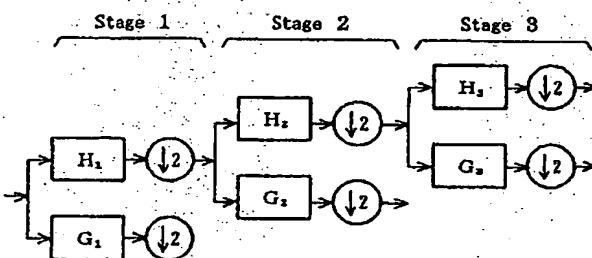
【符号の説明】

1…入力画像、2…1～N段サブバンド分割フィルタ処理部、3…予測フィルタ出力係数、4…動き補償フレーム間差分フィルタ係数、5…量子化器、6…可変長符号化器、7…逆量子化器、8…1～N段サブバンド合成フィルタ処理部、9…フレームメモリ、10…第1段目動き補償サブバンド分割フィルタ処理部、11…2～N段

30 サブバンド分割フィルタ処理部、12…動きベクトル検出部。

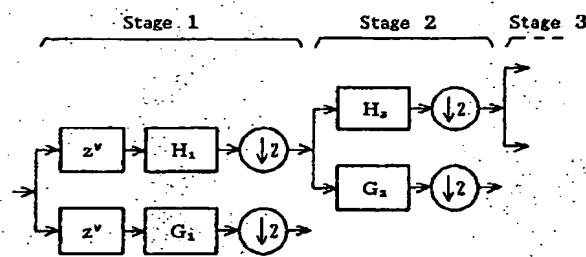
【図1】

図1



[図2]

図2



[図3]

